

UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS MINERAIS DOS AQUÍFEROS DO GRUPO BARREIRAS NA REGIÃO DE BELÉM (PA)

C. M. B. Cortez¹; E. M. Tagliarini² & A. C. F. N. S. Tancredi²

Resumo - A água mineral é a água subterrânea que além da potabilidade, mantém as características físico-químicas inalteradas e dentro dos padrões exigidos pela legislação pertinente, ou seja, o código de águas minerais.

As características hidrogeológicas dos aquíferos do Grupo Barreiras, captados para água mineral e potável de mesa, na região de Belém, apresentam na parte superior do sistema hidrogeológico estratos argilosos, siltosos e arenosos, inconsolidados e concreções lateríticas que formam lajes impermeáveis.

Os aquíferos captados, do tipo confinado, são constituídos por areias quartzosas, com profundidades que atingem até 26,0 m em seu topo e suas espessuras variam de 7,0 m a 18,0 m. Os coeficientes de transmissividades estão compreendidos entre 195 m²/dia a 1685 m²/dia.

A qualidade da água apresenta pequena concentração dos constituintes dissolvidos, baixos pH, sendo hipotermal na fonte.

Os índices de vulnerabilidades, tem valores em torno de 0,1; com graus de vulnerabilidades negligenciáveis, no Sistema de Avaliação do Índice de Vulnerabilidade de Foster e Hirata.

A presença de aquíferos livres e de camadas confinantes subjacentes aos aquíferos confinados, nos locais das captações, propicia boa proteção da água mineral a essas captações.

Palavras chave- grupo barreiras, aquífero, água mineral

¹ Departamento Nacional de Produção Mineral – Av. Almt. Barroso, 1839 – Belém (PA) (91) 222-0983

² Laboratório Unificado de Pesquisa e Assessoria – Rua Alcindo Cancela, 961 – Belém (PA)

INTRODUÇÃO

O Pará possui grande potencial de água subterrânea com características de envase, ou seja, com possibilidade de classificação como água mineral. As águas minerais e potáveis de mesa mantêm suas características físico-químicas inalteradas. A primeira portaria de lavra, na região de Belém foi concedida em 1971. Atualmente encontram-se em grande expansão a procura e utilização dessas águas.

As captações, localizam-se nos aquíferos do Grupo Barreiras, na região metropolitana de Belém, situadas nos municípios de Belém, Ananindeua e Benevides. Apenas uma captação encontra-se fora da região metropolitana de Belém, situada no município de Terra Alta, a cerca de 100 km a nordeste de Belém.

Essas área, localiza-se entre os meridianos de 47° 30' W a 48° 30' W e entre os paralelos de 0° 30' S a 1° 30' S (Figura 1).

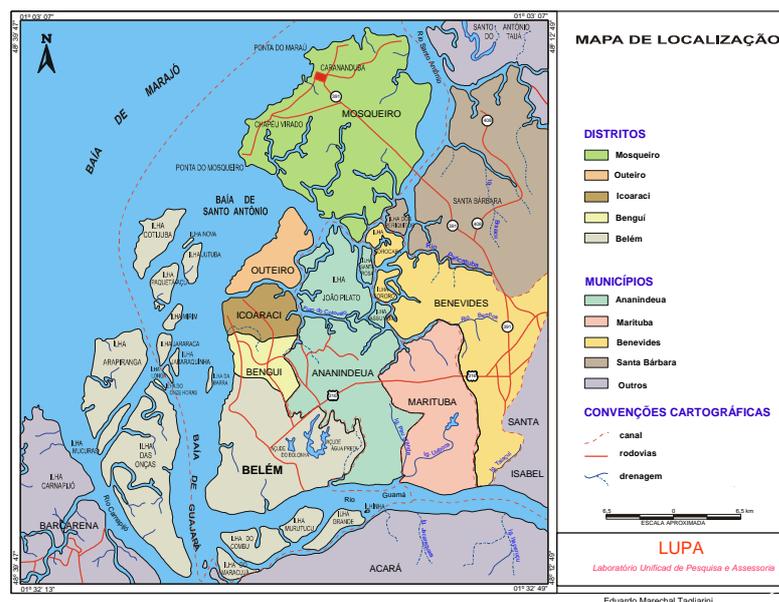


Figura 1. Região metropolitana de Belém, onde localizam-se as captações de água mineral do Grupo Barreiras.

Este trabalho apresenta as características hidrogeológicas dos aquíferos do Grupo Barreiras, captados para água mineral potável e de mesa, nessa região.

CLIMA

A região dessas captações situa-se no domínio de clima tropical úmido, variando entre os tipos Af a Am, segundo a classificação de Köppen (SUDAM, 1984).

As características climáticas médias anuais apresentam os seguintes valores (DNMET, 1992):

Temperatura 25,9 °C

Precipitação Pluviométrica Total 2.893,1 mm

Evaporação Total 771,6 mm

Umidade Relativa do Ar 84,0 %

Insolação Total 2.219,8 h.

VEGETAÇÃO

A vegetação original foi de uma Floresta Tropical Úmida Perenifolia, com grande heterogeneidade na composição das espécies florestais. Devido à ação antrópica, a floresta primitiva foi sendo alterada na sua cobertura original, sendo a maior parte desflorestada devido à urbanização.

SOLOS

A pedologia na região metropolitana de Belém apresenta latossolos amarelos de textura variada e concrecionário laterítico; latossolos amarelos de textura média e com areias quartzosas, distróficos; solos hidromórficos gleizados de textura variada e podzol hidromórfico.

HIDROLOGIA

As principais bacias hidrográficas que drenam essa região pertencem ao Rio Guamá, ao Furo do Maguari e ao Furo das Marinhas. A drenagem final é do Rio Guamá para a Baía de Guajará e desta e dos Furos Maguari e das Marinhas, intercomunicantes, para a Baía de Marajó, na parte sul do estuário do Rio Amazonas. Essa drenagem e os baixos cursos de seus afluentes estão sob a influência da maré.

GEOLOGIA

A região nordeste do Pará, onde situa-se a região metropolitana de Belém apresenta uma cobertura sedimentar sobrejacendo a um embasamento cristalino, o qual apresenta rochas de variados graus de metamorfismo, como gnaisses, quartzitos, xistos e filitos.

A cobertura sedimentar é constituída essencialmente pelas rochas da Formação Pirabas, do Grupo Barreiras e sedimentos do Quaternário. Há uma certa reserva com essa seqüência na parte inferior, sotoposta ao Grupo Barreiras, que poderia pertencer à Formação Marajó e/ou a outras formações.

A Figura 2 apresenta a coluna estratigráfica da cobertura sedimentar da região metropolitana de Belém e a Figura 3 o mapa geológico.

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	UNIDADE	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Sedimentos Modernos	Areias de granulometria fina a média, marronsm intercaladas a argilas escuras, com restos vegetais, distribuídas nas orlas dos rios e igarapés.
		Pleistoceno	Pós-Barreiras	Sedimentos inconsolidados, areno-argilosos, finos a médios, com concreções ferruginosas.
	Terciário	MIOCENO-PLIOCENO	Grupo Barreiras	Arenitos ferruginosos, areias finas a médias, siltosas e argilas.
		OLIGO MIOCENO	Formação Pirabas	Calcáreos muito fossilíferos e margas, intercalados com folhelhos ritmicos e arenitos calcíferos.

Figura 2. Coluna estratigráfica da cobertura sedimentar da Região Metropolitana de Belém.

A espessura do pacote sedimentar ainda não é bastante conhecida. Uma linha sísmica ao longo da baía de Guajará evidenciou o embasamento cristalino a 500 m de profundidade.

Na parte superior a partir da superfície do terreno a geologia apresenta depósitos sedimentares do Quaternário e do Terciário

Os sedimentos do Quaternário são constituídos por areias, siltes e argilas, transportados e depositados na planície aluvial dos rios da região. Esses depósitos são de idade Holocênica e tem espessura máxima em torno de 30 m, evidenciado por sondagens geotécnicas (GEIPOT, 1978)

Os depósitos areno-argilosos de coloração amarelada, mais antigos, de idade Pleistocênica tem sido referidos como Pós-Barreiras (SILVA & LOWENSTEIN, 1968)

A seqüência sedimentar do Terciário compreende o Grupo Barreira de origem essencialmente continental e a Formação Pirabas, de origem marinha.

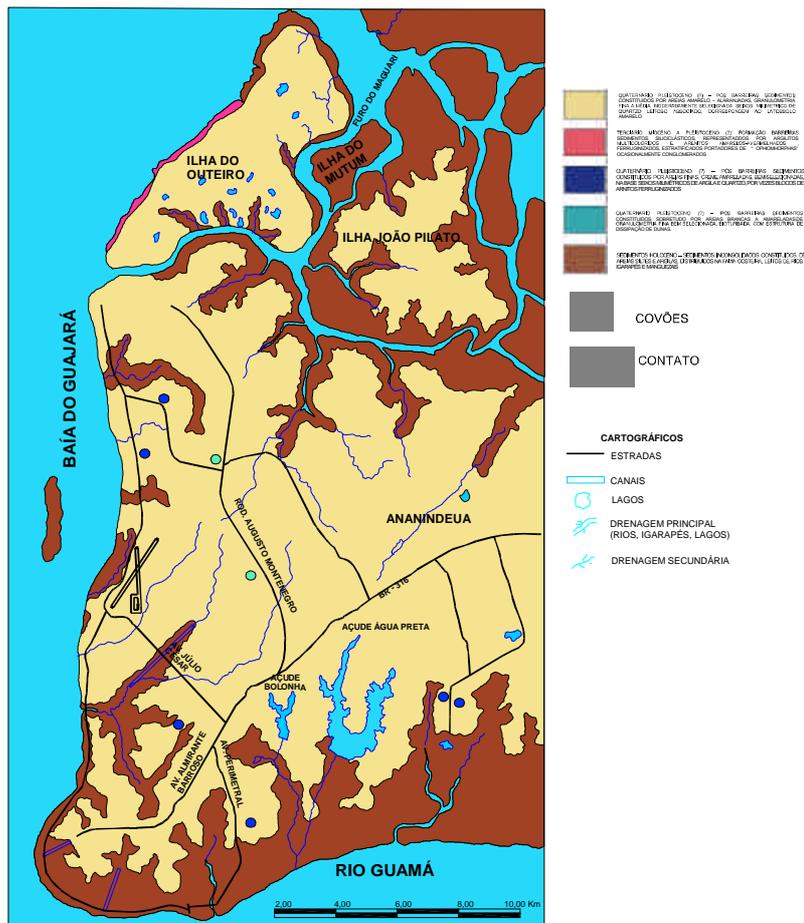


Figura 3. Mapa geológico da região metropolitana de Belém

O Grupo Barreira é constituído por argilas, siltes, areias, cascalhos, arenitos, siltitos, conglomerados, níveis de concreções ferruginosas, arenito ferruginoso. São de coloração amarelada, marrom, com argilas multicoloridas, variegadas, à vezes claras caoliníticas, às vezes cinzas com matéria orgânica.

O Grupo Barreiras é constituído por duas unidades separados por uma inconformidade. A parte superior, regressiva, com fácies fluvial e feições de fluxos gravitacionais. A parte basal mostra a presença de fácies de planície de lama, de lama/areia e de canais de maré, com zonas próximas e distantes da atual linha de costa (ARAÍ et al, 1992).

A seqüência litológica desses sedimentos clásticos do Grupo Barreiras tem distribuição espacial bastante irregular, com camadas horizontais a sub-horizontais, de espessura e continuidade lateral muito variáveis. A espessura total do Grupo Barreiras atinge em torno de 100 m.

Sotoposta ao Grupo Barreira encontra-se a Formação Pirabas, a partir de 80 m de profundidade, não aflorando na área. É constituída por calcários, areias, argilas, margas, arenitos, siltitos, argilitos, depositados em ambiente marinho, durante o Mioceno, sendo ricamente fossilífera.

GEOMORFOLOGIA

As principais unidade morfo-estruturais resultante dos processos geomorfológicos das paisagens encontradas na região metropolitana de Belém são constituídas pelo Planalto Rebaixado da Amazônia e pela Planície Amazônica.

O Planalto Rebaixado da Amazônia apresenta um relevo com extensas superfícies planas, suavemente onduladas e dissecadas, tendo se desenvolvido em rochas do Grupo Barreiras e do Pós-Barreiras.

Os sistemas de colinas, no Planalto Rebaixado da Amazônia, funcionam como interflúvios, destacando-se como principal o divisor entre as drenagens da bacia do Rio Guamá e das bacias dos Furos Maguari e das Marinhas.

A Planície Amazônica situa-se acompanhando as margens do rio Guamá, do Furo Maguari, do Furo das Marinhas e dos baixos cursos de seus afluentes. É caracterizada por uma área plana, formada por depósitos aluviais Quaternários, com áreas alagadas e inundáveis periodicamente pela chuvas e pelas marés.

HIDROGEOLOGIA

A hidrolitologia nos locais de captação, até a profundidade dos aquíferos captados, apresenta aquíclodos, aquítardos e aquíferos do Quaternário e do Grupo Barreiras, os quais são constituídos por rochas clásticas argilosas, siltsosas e arenosas, inconsolidadas e concreções lateríticas que formam verdadeiras lajes impermeáveis.

Na parte superior há a presença de estratos argilosos, siltsosos e arenosos com aquíferos livres que possuem fontes temporárias e perenes, do tipo de emergência. A água mineral é captada de aquíferos confinados, os quais possuem maior proteção e são formados por areias quartzosas.

A Tabela 1 apresenta as principais características hidrogeológicas e suas variações, dos aquíferos do Grupo Barreiras captados para água mineral e potável de mesa (baseado em FAÇANHA, 1996; TANCREDI & TAGLIARINI, 1999a, 1999b, 1999c).

Característica Hidrogeológica	Unidade	Mínimo	Máximo
Profundidade do Topo do Aquífero	m	4,2	26,0
Profundidade da Base do Aquífero	m	18,0	33,0
Espessura do Aquífero	m	7,0	18,0
Nível Hidrostático	m	0,58	9,70
Gradiente Hidráulico	m/km	2,0	8,0
Velocidade de Fluxo	m/dia	0,024	1,35
Velocidade Linear Média	m/dia	0,12	5,39
Tamanho Efetivo dos Grãos	mm	0,125	0,250
Coeficiente de Uniformidade	-	2,00	2,84
Porosidade Específica	-	0,20	0,22
Condutividade Hidráulica	m/dia	11,9	168,5
Coeficiente de Armazenamento	-	$3,3 \times 10^{-5}$	$2,27 \times 10^{-4}$
Coeficiente de Transmissividade	m ² /dia	195	1685

Tabela 1. Características hidrogeológicas dos aquíferos captados para água mineral potável de mesa do Grupo Barreiras, na região de Belém.

As características granulométricas determinadas dos sedimentos arenosos desses aquíferos mostram areias de pobre a moderadamente selecionadas, com curvas granulométricas leptocúrticas e mesocúrticas e boas simetrias.

A localização dessas captações, em locais planos e de baixas altitudes, condiciona níveis hidrostáticos de pequena profundidade e relativamente pequenos gradientes hidráulicos.

As características hidráulicas dos sistemas aquíferos foram determinadas através de ensaios de bombeamento pelo método de Theis modificado por Cooper e Jacob. Os valores obtidos, com ampla variação refletem principalmente as diferentes espessuras das camadas aquíferas e suas constituições litológicas.

QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade das águas minerais e potáveis de mesa é rigorosamente determinada e controlada pelo Departamento Nacional da Produção Mineral. As amostragens e análises físico-químicas são efetuadas pelo Laboratório Central de Análises Minerais – LAMIN, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

As características físico-químicas das águas subterrâneas do Grupo Barreiras apresentam baixos teores dos constituintes dissolvidos. Esses baixos teores resultam da natureza do material geológico, constituído por sedimentos clásticos de origem continental, através dos quais a água subterrânea circula e também da elevada pluviosidade, característica de clima equatorial tropical úmido dessa região.

A Tabela 2 apresenta a composição e variação dos parâmetros que constituem as principais características físico-químicas, das águas minerais e potáveis de mesa do Grupo Barreiras, na região de Belém (baseado nos boletins 071/LAMIN/92; 166/LAMIN/94; 178/LAMIN/94; 284/LAMIN/99; 338/LAMIN/99).

A temperatura dessas águas reflete as condições climáticas e são do tipo hipotermal na fonte.

O pH dessas águas, com baixos valores relacionam-se à dissolução de CO₂ livre principalmente no solo e sendo baixa a concentração de metais alcalinos e alcalino-terrosos, o equilíbrio do sistema carbonato tende para o H₂CO₃, estável em pH menores que 5.

Parâmetros	Unidade	Mínimo	Máximo
Temperatura	°C	25,5	26,5
pH	-	4,3	4,6
Condutividade Elétrica	µS/cm	28,5	45,0
Resíduo de Evaporação a 180 ° C	mg/L	15,18	32,61
Sódio	mg/L	1,60	1,70
Potássio	mg/L	0,28	3,16
Cálcio	mg/L	0,11	0,20
Magnésio	mg/L	0,00	0,25
Ferro	mg/L	0,01	0,04
Cloreto	mg/L	0,00	2,27
Sulfato	mg/L	0,00	2,64
Bicarbonato	mg/L	0,00	9,30

Tabela 2. Características físico-químicas das água minerais e potáveis mesa do Grupo Barreiras, na região de Belém (PA).

VULNERABILIDADE E PROTEÇÃO

A vulnerabilidade da água subterrânea é função das características hidrogeológicas que propiciam maior ou menor grau de proteção. Os materiais geológicos podem atuar como filtros naturais, devido principalmente à suas permeabilidades.

A vulnerabilidade dos aquíferos explorados para água mineral e potável de mesa, na região de Belém, está relacionada à inacessibilidade hidráulica para a penetração de contaminantes e à capacidade de atenuação dos estratos acima do aquífero.

A presença dos aquíferos livres e de camadas confinantes, nos locais das captações, restringem o movimento de águas descendentes e/ou contaminantes para o interior do aquífero confinado, apresentando portanto índice de baixo valor, com pequena vulnerabilidade à poluição.

Os aquíferos livres, situados na parte superior, com suas intensas circulações de água, atuam como restaurador das condições naturais, transportando e não propiciando condições de acumulação de substâncias poluentes dissolvidas.

Os índices de vulnerabilidade dos aquíferos confinados captados apresentam valores em torno de 0,1 correspondendo ao grau de vulnerabilidade negligenciável, no

Sistema de Avaliação do Índice de Vulnerabilidade de Foster e Hirata, o qual tem variação de 0 a 1 (FOSTER & HIRATA, 1968) .

A área de proteção das captações engloba a superfície e subsuperfície em torno das mesmas a serem protegidas. O traçado dessas áreas resulta das características hidrogeológicas do aquífero nos locais das captações.

Foram determinadas as zonas de contribuição, de influência e de transporte. A zona de transporte foi considerada para as isócronas de 1 mês, 2 meses, 6 meses e 1 ano, sendo também chamada de zona de captura para essas isócronas consideradas.

CONCLUSÕES

O sistema hidrogeológico do Grupo Barreiras, na região de Belém apresenta argilas, siltes, areias e lateritos, com espessura que atinge 100m

Os aquíferos são formados por estratos arenosos de composição quartzosa e tem distribuição espacial e características hidrogeológica irregular.

A exploração da água mineral e potável de mesa, capta os aquíferos confinados de pequena profundidade, os quais apresentam pequenas concentrações dos constituintes dissolvidos, baixos pH, são hipotermiais na fonte e apresentam baixo grau de vulnerabilidade estando naturalmente protegidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÍ, M.; TRUCKENBRODT, W.; NOGUEIRA, C., R.; GÓES, A, M.; ROSSETTI, D., F.; 1992. *Novos Dados sobre a Estratigrafia e Ambiente Depositional dos Sedimentos Barreira, NE do Pará*. Anais do IV Simp. de Geol. da Amazônia, SBG, Belém, 3 p.
- DNMET; 1992. *Normais Climatológicas (1961- 1990)*. DNMET, Brasília, 84 p.
- FAÇANHA, A. C. D.; 1996; *Relatório de Reavaliação da Jazida de Água Mineral de Benevides – PA*, Belém, 22p.
- FOSTER, S. & HIRATA, R. 1968. *Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data*. Lima. CEPIS-OPIS-OMM. 81 p.
- GEIPOT; 1978. *Acesso Viário ao Novo Porto do Pará – Sondagens das Travessias*.GEIPOT, Belém, 36 p.
- LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN; 1992. *Boletim 071/LAMIN/92*. Rio de Janeiro.

- LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN; 1994. *Boletim 1661/LAMIN/94*. Rio de Janeiro.
- LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN; 1994. *Boletim 178/LAMIN/94*. Rio de Janeiro.
- LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN; 1999. *Boletim 284/LAMIN/99*. Rio de Janeiro.
- LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN; 1999. *Boletim 338/LAMIN/99*. Rio de Janeiro.
- SILVA, O., F.; LOWENSTEIN, P.; 1968. *Contribuição à Geologia da Folha de São Luiz (SA-23) no Estado do Pará*. MPEG, Bol. n. 13, Belém, p 1-17.
- SUDAM; 1984. *Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira*. SUDAM, PHCA, Belém, 125 p.
- TANCREDI, A. C. F. N. S.: TAGLIARINI. E. M. : 1999a. *Água Mineral Mar Doce – Pesquisa Hidrogeológica*. Lupa, Belém, 46 p.
- TANCREDI, A. C. F. N. S.: TAGLIARINI. E. M. : 1999b. *Água Mineral Iara – Pesquisa Hidrogeológica*. Lupa, Belém, 22 p.
- TANCREDI, A. C. F. N. S.: TAGLIARINI. E. M. : 1999c. *Água Mineral Terra Alta – Pesquisa Hidrogeológica*. Lupa, Belém, 27 p.